



TITLE:

木材の量的特性の級区分に関する 一考察

AUTHOR(S):

佐道, 健

CITATION:

佐道, 健. 木材の量的特性の級区分に関する一考察. 京都大学農学部演習
林報告 1980, 52: 221-229

ISSUE DATE:

1980-12-25

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/191700>

RIGHT:

木材の量的特性の級区分に関する一考察

佐 道 健

A note on the coding classification for quantitative properties of wood.

Takeshi SADOH

要 旨

木材の9種の量的特性に関する樹種内変動係数と4種類の資料から得た174樹種のデータを用いて、樹種を材質によって級区分する場合の二、三の問題について検討した。

級幅の広さに関して特性値の樹種内及び樹種間変動を基礎に i) 同一級に属する樹種間の類似性と ii) 異なる級に属する樹種間の材質の差異について統計的考察を行ない、いくつかの区分法についてシミュレーションによってこれらの確率値を求めた。また材質を特性値の対数によって表現し、この値を用いて等間隔に級区分すればいくつかの利点のあることを明らかにした。このような対数級区分では同一級内の材質の類似性は主として樹種内の変動係数によって決まる。変動係数の値に比較して細かい級区分では、異なる級に属する材間で級の上下関係と特性値の大小関係が一致しない確率が高くなることを明らかにした。

これらの結果をもとに、特性値の樹種内及び樹種間変動を基礎にした7～9段階の重複級区分法を提案している。

1. 緒 言

木材の諸特性のうち容積重、収縮率、弾性係数、強度値のような量的特性は、物理的尺度を基準にしているので、特性値を数値で細かく表わすことができる。個々の樹種についてのこれらの量的特性の代表値として、通常、標準状態における平均値が用いられる。しかし、これらの特性を樹種間で比較するとき、木材の材質が同一樹種内で変動が大きいいため、平均値が2樹種間で差があったとしても、その差が僅かなときは实际的に意味のあることは稀れである。さらに、樹種別に特性値がとりまとめられている材質データを相互に比較するとき、とくにデータの出所（データソース）が異なるときには、これらのデータが異なるサンプリング法、試験法、試験条件下で求められていることが多く、平均値の大小だけで樹種間の材質を単純に比較するとしばしば誤まった結論を導くことになる。そこで、量的特性を級区分する方が実用的で、しかも樹種間の誤まった比較をすることが少なくなる。

このような特性の級区分においては次のような認識が成立つであろう。

- i) 同一級に属する樹種は相互に同程度の特性を有する。
- ii) 上の級に属する樹種は下の級に属する樹種よりも大きい特性値を示す。したがって級が離れるほど樹種間の特性の差が大きい。

ここで、各級の範囲をどの程度にすればよいか、すなわちどの程度の細かさで級区分すればよ

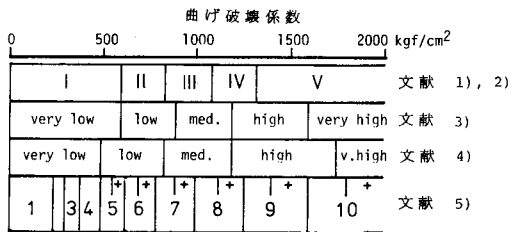


図1 異なる級区分法の比較例

ことである。実際の級区分では、級区分の原則、基準が一定していないので、図1の例に示すように同一樹種でも資料によって異なる段階の級に分類されることがある。

本報告は、このような量的特性を級区分する場合の各級の幅を決定するにあたって、量的特性値の変動を基礎に上述の2項目の認識が確率的にどのように満たされるかを検討し、その結果をもとに新しい級区分の考え方を提案しようとするものである。

本報告中でのデータ処理には京都大学大型計算機センターを利用した。

2. 統計的基礎

2.1 特性値が正規分布の場合

木材のある量的特性に関して、樹種 Sp_k について試験体を作成し、その値 x_k を求めると、試験体毎にかなりの分散が認められるはずである。この特性値の分布が正規分布 $N(\bar{x}_k, s^2_k)$ *¹ であると仮定する。いま、樹種の平均値を代表値とし、これに基いて p 個の段階に級区分する場合を考える。ここでそれぞれの級を C_i ($i=1, \dots, p$) で示し、各級の範囲を間隔 e の等間隔とし、その下限と上限をそれぞれ z_i 及び z_{i+1} ($=z_i+e$) で示す。各樹種はその平均値 \bar{x}_k がこの範囲内にあるときその級に属するものとする。すなわち C_i に属する樹種 Sp_k は $\{z_i \leq x_k < z_{i+1}\}$ の条件を満たす。

特性値がそれぞれ $N(\bar{x}_1, s^2_1)$ 及び $N(\bar{x}_2, s^2_2)$ の分布を示す2樹種 Sp_1 及び Sp_2 のそれぞれから材(試験体又は部材)を1個宛選んだときの特性値 x_1 及び x_2 の大小関係を検討する。このとき x_1 と x_2 の差 $(x_2 - x_1)$ を d とすると、 d は $N(\bar{d}, s_d^2)$ の分布を示す。ここで

$$\bar{d} = \bar{x}_2 - \bar{x}_1 \quad (1)$$

$$s_d^2 = s_1^2 + s_2^2 \quad (2)$$

である。また Sp_1 が C_q に属し、 Sp_2 がこれより n 段階上の級 C_{q+n} に属するならば

$$(n-1)e \leq \bar{d} \leq (n+1)e \quad (3)$$

で、 x_2 が x_1 より大きい値を示す確率 $\Pr(x_2 > x_1)$ *² は s_d/e によって決まり、 s_d/e が小さいほどまた n が大きいほど $\Pr(x_2 > x_1)$ は大きくなる。

2.2 特性値が対数正規分布の場合

木材の諸特性について樹種の平均値が求められていることは多いが、分散が示されていることは少ない。しかし、多くの特性値についてはその変動を示す指標となる変動係数が示されている。例えば ISO 3129-1975, ASTM D2555-73では標準偏差の推定法として、特性に応じて平均値に一定の変動係数を乗ずることが推奨されている。このようにある特性について変動係数が

*¹ $N(\bar{x}, s^2)$ は平均値 \bar{x} , 標準偏差 s の正規分布を表わす。

*² $\Pr(A)$ は事象 A の起る確率を表わす。

樹種によらず一定であると仮定できるのであれば、樹種内での特性値の分布を対数正規分布と仮定することによって上述の統計的基礎の援用が可能となり、多数の樹種について適用できる等間隔の級区分に関する解析が容易になる。

いま、特性値の対数 X ($=\log x$) が分布 $N(\bar{X}, \sigma^2)$ の正規分布であれば、近似的に

$$\bar{X} = \log \bar{x} - e \sigma^2 / 2 \quad (4)$$

$$\sigma \doteq \log(1 + s/\bar{x})$$

$$\doteq 0.434 \ s/\bar{x}$$

$$= 0.00434 \ CV \quad (5)$$

となる。ここで \bar{x} , s , CV はそれぞれ x の樹種平均値, 標準偏差, 変動係数(%)である*³。このような対数正規分布を仮定したときの級区分は2.1の d , z , e を δ , ζ , ε と置きかえることによって

$$\begin{aligned} \delta &= X_2 - X_1 \\ &= \log(x_2/x_1) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \zeta_{q+1} - \zeta_q \\ &= \log(z_{q+1}/z_q) \end{aligned} \quad (7)$$

と定義できる。また、 x が正規分布のときは n 段階異なる2つの級に属する x_1 , x_2 について $\Pr(x_2 > x_1)$ は s_d/e によって定まることは2.1で述べたが、対数正規分布を仮定した場合には CV したがって σ が一定であることより、 $\Pr(x_2 > x_1)$ は CV/ε によって定まることになる。

2.3 特性値の樹種内分布

木材の特性値の樹種内分布は実用的には正規分布であると仮定する場合が多いが⁷⁾、もし対数正規分布として取扱うことができるならば CV/ε を基準とする級区分ができる。そこで実測値を用いて特性値 x 及び $\log x$ の分布を二、三のパラメータについて比較した。用いたデータは三好⁸⁾によって報告されているヒノキ材のものである。

結果を表1に示す。式(4), (5)の関係をほぼ満たし、 CV も ISO 3129-1975に比較して妥当な値

表1 ヒノキ材の特性値の分布 (三好⁸⁾ のデータより算出)

	年輪密度 (mm ⁻¹)	容積重 (g/cm ³)	縦圧縮強さ (kgf/cm ²)	曲げ破壊係数 (kgf/cm ²)	縦引張強さ (kgf/cm ²)
試験体数	147	655	642	249	311
\bar{x}	8.33	0.441	470.7	603.5	542.0
s	4.05	0.047	59.0	100.3	139.3
CV	48.6	10.6	12.5	16.6	25.7
\bar{X}	0.469	-0.358	2.669	2.775	2.719
σ	0.217	0.046	0.055	0.071	0.115
$\sqrt{b_1}$ x	0.95	0.30	0.17	0.48	0.28
X	-0.26	-0.01	-0.27	0.24	-0.30
b_2 x	3.57	3.14	3.30	2.87	2.61
X	2.80	2.93	3.54	2.58	2.50

*³ $T = \ln x$ が $N(\mu, \sigma^2)$ に従うとき、期待値 $E(x) = \exp(\mu + \sigma^2/2)$ 、分散 $V(X) = \exp(2\mu + \sigma^2) \cdot \{\exp(\sigma^2) - 1\}$ から算出することができる⁹⁾。

と思われる。分布の形を決める $\sqrt{b_1}$ （ひずみ度）及び b_2 （とがり度）は分布が正規分布であるならば $\sqrt{b_1}=0$ （対称）、 $b_2=3$ （中尖）であるから、容積重、縦圧縮強度、曲げ破壊係数、引張強度では正規分布、対数正規分布のいずれを仮定しても実用的には差意がないと思われる。年輪密度のように分布の範囲が広い特性では対数正規分布を仮定する方がよいと思われる。

3. 級 区 分

3.1 基本データ

この種の検討に用いるデータはできるだけ広範囲の樹種についての特性値が必要である。ハンドブックなどのデータソースに記載されているデータは、発行所所在国の地理的条件によって記載樹種に地域的偏りがあり、全世界にわたる樹種について収集するにはいくつかの異なるデータソースを含むこととなる。しかしデータソースが異なれば、記載されている特性の種類、評価基準（含水率、単位など）、表現法が異なるので、データを集成する場合に単に各データをそのままの形で利用することはできない。そこで、統一基準を定め、これに沿って各データソースのデータを換算する必要がある。この換算法の詳細については別の機会に報告するが⁹⁾、基本的には

表2 データソース、特性格録樹種数

データソース	[JA]	[US]	[HH]	[HT]	計
容 積 重 SG	174	134	133	46	325
接線方向の収縮率 MVT	83	105	83	—	244
半径方向の収縮率 MVR	83	105	83	—	244
曲げヤング係数 BE	101	139	120	40	312
曲げ破壊係数 BS	101	140	120	46	316
縦圧縮強さ CS	101	142	121	46	319
せん断強さ SS	101	138	—	45	141
衝撃曲げ強さ IB	69	87	—	45	198
縦断面の硬さ HS	70	139	—	40	227

表3 基本データの単位と統計パラメータ

特性	単位	樹種特性値 w				樹種特性値の対数 W				*2 CV(%)
		w	sd	$\sqrt{b_1}$	b_2	W	SD	$\sqrt{b_1}$	b_2	
SG	g/cm ³	0.608	0.160	0.80	3.59	-0.230	0.111	0.05	3.17	10
MVT	%/90-60%rh	2.12	0.60	0.36	2.75	0.307	0.130	-0.47	3.51	28
MVR	%/90-60%rh	1.16	0.35	0.60	3.31	0.045	0.132	-0.30	3.19	28
BE	GPa	10.67	2.85	0.96	4.94	1.013	0.114	-0.14	3.93	20
BS	MPa	97.4	29.1	0.78	3.67	1.969	0.131	-0.27	4.01	15
CS	MPa	50.4	14.9	0.82	3.75	1.684	0.129	-0.28	4/29	13
SS	MPa	10.03	3.21	0.80	4.15	0.979	0.142	-0.48	4.89	20
IB	KJ/m ²	89.9	43.5	0.98	4.12	1.902	0.216	-0.25	2.68	32
HS	N/mm ²	24.3	11.4	1.64	7.01	1.345	0.186	0.18	3.14	17

*1 MVT, MVR を除いて 12%mc

*2 ISO 3129-1975

1) データソース間で共通して記載されている樹種のデータを介して換算する方法、及び 2) 容積重と相関の高い特性に関して容積重を介して換算する方法の2法である。

本報告で用いたデータソースは 1) 主として林業試験場で編集又は発行された出版物³⁾¹⁰⁾¹¹⁾ [JA], 2) Wood Handbook¹³⁾ [US], 3) Handbook of Hardwoods⁴⁾ [HH], 及び Holztechnologie に連載されている Holzeigenschaftstafel¹⁴⁾ [HT] の4種で、これらから少くとも3種のデータソースに記載されている9種の特性を選んだ。表2に選んだ特性、データソース毎に採録した樹種数を示す。

これらのデータソースに記載されている値から上述の方法で樹種毎の代表値 w を得た。ここではこのデータを基本データとし、含水率12%, SI 単位で示すことを原則としている。表3に各特性について w の単位、全樹種にわたる w の平均値 \bar{w} , 標準偏差 sd , 分布のひずみ度 $\sqrt{b_1}$, とがり度 b_2 , 全樹種にわたる $\log w = W$ の平均値 \bar{W} , 標準偏差 SD , $\sqrt{b_1}$, b_2 , 及び ISO 3129-1975 による CV 値を示す。

表3からわかるように、特性値の分布は w よりも W の分布の方が $\sqrt{b_1}$ が0に近い、すなわち対称性のよい特性が多い。

3.2 区分法の検討

木材の量的特性について級区分する方法には、次のようないくつかの考え方をとることができる。

- 1) 経験的な判断基準に基づいて区分する。
- 2) 全樹種の代表値の範囲を一定数の級に区分する。(例: 文献1, 2)
- 3) 級差が一定の材質差, 材質比になるように区分する。(例: 文献5)
- 4) 特定の利用目的に応じて級を定めて区分する。(例: ストレスグレーディング)

実際には、2), 3) にあっても、恐らく1)の考え方が基本にあることは否めないものと思われる。つぎに述べる本報告での区分法1及び区分法2は2)の考え方に、区分法3は3)の考え方に基いたものである。区分法1～3はいずれも全樹種についての平均値 \bar{w} または \bar{W} が中央級の中央 CT に位置するようにし、区分法によって各級の幅 (e または ϵ) を定めた。各区分法に用いたパラメータを表3に、各区分法による特性別のひん度分布図を図2に示す。

〔1〕 区分法1

樹種特性値 w を用いて、 $CT = \bar{w}$, $e = sd/2$ として区分したもので、もし w が正規分布をしているならば9段階の中に全樹種の97.5%が含まれることになる。林業試験場の区分¹⁾では級区分の幅が $\alpha \cdot sd$ ($\alpha = 0.6 \sim 1.0$) で I ~ V の5段階に区分してあるが、 α の値の決定にあたっては「I または V の度数が5～10%程度になるように……」と述べてある。

〔2〕 区分法2

樹種特性値の対数 W を用いて、 $CT = \bar{W}$, $\epsilon = SD/2$ として区分したもので、もし W が正規分布をしているならば、区分法1同様に9段階の中に全樹種の97.5%が含まれることになり、図2のひん度分布もほぼこれを満たしている。3.1にも述べたが、この図からも区分法1に比較して対称性のよいことがわかる。

〔3〕 区分法3

この方法は W を用いて、 $CT = \bar{W}$, $\epsilon = 0.1$ として区分したものである。ある級に属する樹種と、これの3段階上の級に属する樹種を比較すると、平均して後者は前者の2倍の特性値を示すことになる。図2からわかるように、 SD の大きさによって全体の樹種が配属される級数が変化し、 SD が0.1程度で5段階、0.15程度で7段階、0.2程度で9段階にほとんどの樹種が含まれる

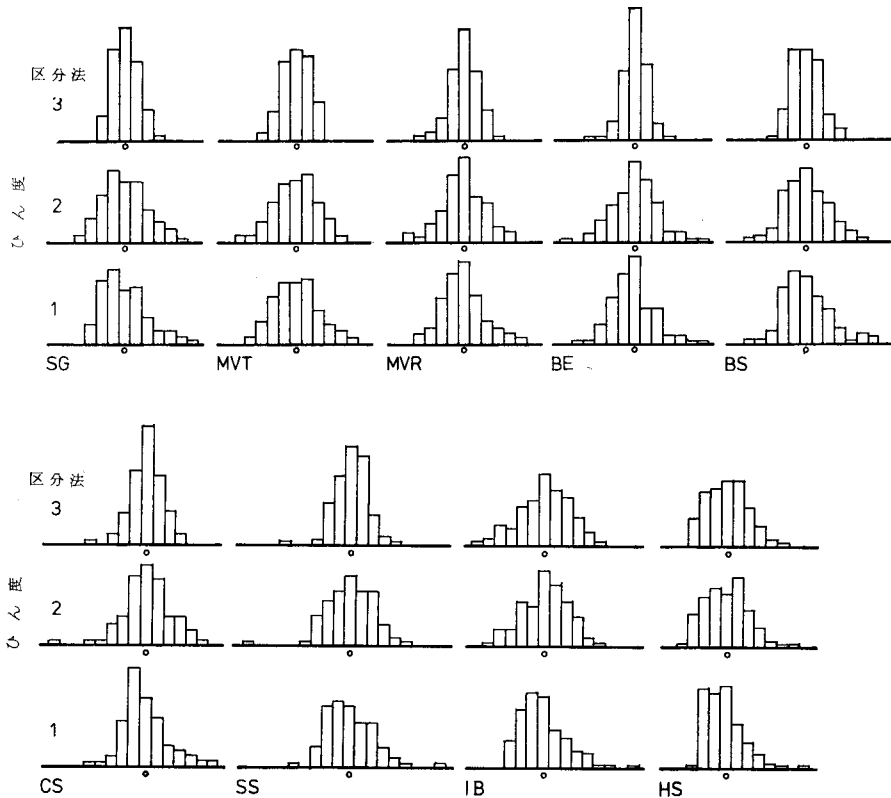


図2 区分法1, 2, 3によるひん度分布の比較 (○印は中央級)

ことになる。ここでは $CT = \bar{W}$ としてあるが、実用上の区分としては $z_i = 0.1m$ ($z_i = 10^{0.1m}$, ただし m は整数) を区分界とする方が系統的な区分法になるであろう。

この級区分は本質的には Klotz ら⁵⁾の級区分と同じであるが、彼らは5段階目以上の級でさらに級を2分している (図1)。

特性値の対数に基づいた区分法2及び3に関して、1.で述べた2項目について次のように確率的な検討を行なった。すなわち

i) 「同一級に属する樹種は同程度の材質である」については、同一級に属する2樹種からの材の特性値をそれぞれ x_1, x_2 としたときに一方が他方の a 倍以内である確率 $\Pr(1/a \leq x_2/x_1 \leq a)$ —— $P_1(a)$ で示す——を求め、

ii) 「上の級に属する樹種は下の級に属する樹種よりも大きい特性値を示す」については、ある級に属する樹種とその n 段階上の級に属する樹種からの材の特性値をそれぞれ x_1, x_2 としたときに x_2 が x_1 よりも大きい確率 $\Pr(x_2 > x_1)$ —— $P_2(n)$ で示す——を求めた。

これらの確率値を求めるためにはモンテカルロ法を用い、5000回の繰返しでシミュレーションを行なった。フローチャートの概略を図3に示す。ここで $U(u, v)$ は範囲が $u \sim v$ の均等分布を示し、 $u_1 = 0, u_2 = n\varepsilon, v_1 = u_1 + \varepsilon, v_2 = u_2 + \varepsilon$ である。また A は確率値を求める対象となる事である。

結果の一部を表4及び図4に示す。

$P_1(a)$ は級の幅が比較的狭い区分 ($CV/\varepsilon > 150$ 程度) では区分法にかかわらず CV によって決

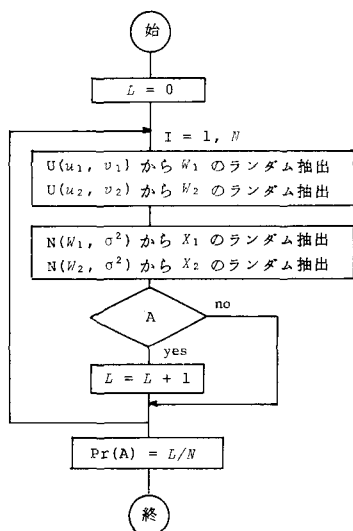


図3 $P_1(a)$ 及び $P_2(n)$ 算出の
フローチャート

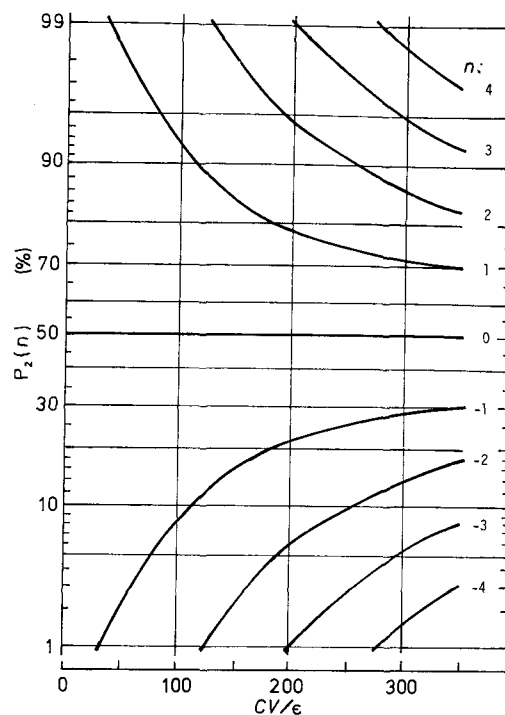


図4 $P_2(n)$ の CV/ϵ による変化

表4 各区分法についてのパラメータと確率値 $P_1(u)$ 及び $P_2(1)$

特性	wによる区分		W による 区分												
	区分法 1		CT	CV	区 分 法 2					区 分 法 3					
	CT	e			€	CV/€	P ₁ (1.2)	P ₁ (1.5)	P ₁ (2.0)	P ₂ (1)	CV/€	P ₁ (1.2)	P ₁ (1.5)	P ₁ (2.0)	P ₂ (1)
SG	0.61	0.080	-0.23	10%	0.056	179	78%	99%	100%	80%	100	72%	99%	100%	92%
MVT	2.10	0.30	0.31	28	0.065	431	34	69	91	65	280	35	69	91	71
MVR	1.16	0.173	0.05	28	0.066	424	36	69	92	65	280	35	67	92	71
BE	10.7	1.4	1.01	20	0.057	352	48	85	98	68	200	46	83	98	78
BS	97.	14.5	1.97	15	0.065	231	59	93	100	75	150	57	92	100	84
CS	50.	7.4	1.68	13	0.064	203	66	97	100	78	130	62	96	100	87
SS	10.0	1.6	0.98	20	0.071	282	47	84	99	70	200	45	82	98	77
IB	90.	22.	1.90	32	0.108	296	30	61	86	70	320	31	62	87	68
HS	24.	5.7	1.35	17	0.093	183	52	89	99	81	170	53	88	99	82

まる。すなわち CV が小さい特性ほど同一級内にある樹種の材相互間で特性値は類似している。表4から CV が15%以下の SG, BS, CS で同一級内では一方が他方の1.5倍以上になる確率 $1 - P_1(1.5)$ は10%以下であることがわかる。しかし CV が32%の IB では同一級内の樹種でも10%以上の確率で一方が他方の2倍以上になる。シミュレーションの結果では、 $P_1(a) = 90\%$ の水準をとると、 $CV = 10\%$ で $a \approx 1.3$ 、 $CV = 20\%$ で $a \approx 1.6$ 、 $CV = 30\%$ で $a \approx 2.0$ である。級の幅が広がると、同一級内に広範囲の材質の樹種が含まれることになるので、同じ CV の特性でも $P_1(a)$ は小さくなる。

一方、2.2 で述べたように $P_2(n)$ は CV/ε によって決まる。図4はシミュレーションによって得た CV/ε と $P_2(n)$ の関係を示したもので、 $P_2(1)$ すなわち1級上の樹種から得た材の特性値が下の級の材の特性値より大きい確率は表4にも示してある。 n 段階上の級に属する樹種の特性値は平均して下の級の樹種の10⁻ⁿ 倍大きい。この関係は、例えば ε が0.1で一定の区分法3では、SGのように CV の小さい特性で高い確率で満たされるが、 CV の大きい IB では2段階離れている場合でも下の級に属する樹種の材が上の級の樹種よりも大きい特性値を示す確率が15%に達することに注意する必要がある。区分法2と3を比較すると、 SD の比較的大きい IB を除いて区分法3の方が粗い区分法になるので、同一の n に対して区分法3の方が $P_2(n)$ が大きくなる。

このように CV の大きい特性では各級の幅 ε を大きくする（粗い区分にする）ことによって $P_2(n)$ を高めることができる。いま $P_2(1)=90\%$ となるように級区分するためには、図4からわかるように、 $CV/\varepsilon=110$ とすればよいが、 SD の値から SG が7段階、BS, CS, IB, HS が5段階、MVT, MVR, BE, SS が3段階の中に全樹種の97.5%以上が含まれるようになる。5～3段階程度の粗い級区分になると、上に述べたように $P_1(a)$ は低下することになる。

4. 結 言

木材の量的特性に関して樹種を級区分することによって、利用上の材質評価、樹種間の材質の相互比較、代替樹種の検索などが容易になる。一方では、木材の材質変動が大きいことから級区分について正確な理解がないと利用法によっては誤った評価をする恐れがある。

これまでに述べた結果から、級差 n が材質比を表わし、樹種内変動係数 CV を基準とした同一級内の類似性ならびに異級間の差異に関する統計学的基準がはっきりしている点で、特性値の対数 W による等間隔区分が優れていると考える。

現在使用されている樹種の級区分は級の範囲に樹種の平均値が含まれていることを示しているにすぎない。この点に関して、実際その樹種の材の特性値が含まれる範囲を明らかにして樹種相互の材質の比較についての誤った判断をできるだけ少なくするために、級区分の表示にあたって単に樹種の平均値が含まれる範囲を示すのではなく、その級に属する材が一定の確率（例えば90%）で含まれる範囲を示すべきである。このようにすれば各級の範囲が図5に示すように隣接する級で一部重複することになるが、評価の誤りは少くなるものと思われる。ここで平均値 w の含まれる範囲は区分表作成のためにのみ必要であって、区分表利用上は必要でない。

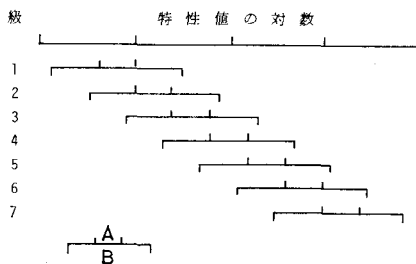


図5 重複級区分の模式図

A：樹種の平均値が含まれる範囲

B：材の90%以上が含まれる範囲

このような区分法では $P_2(n)$ をとくに小さくする必要はないので、 CV/ε を大きく（段階数を少なく）しなくともよい。級区分の段階数としては3.2の2)または3)の考え方を採り入れ、またデータ処理の容易さから1桁の数で表現できるようにするために、基本的には区分法2または3で7～9段階が適当であると考えられる。しかし両者のうちいずれを選ぶかは、なお種々の観点から十分な検討が必要であると思われる。

文 献

- 1) 林業試験場木材部・林産化学部：南洋材の性質 21 南洋材の材質および加工性の評価，林試報 No277, 87 (1975)
- 2) 林業試験場木材部編：「世界の有用木材 300種」，日本木材加工技術協会(1975)
- 3) Wagenführ, R. A.: Holzarteninformation I-XII, Holztechnol., 12-16 (1971-1975)
- 4) Farmer, R. H.; "Handbook of Hardwoods", HMSO (1972)
- 5) Kloot, N. H.; Bolza, E.: Properties of timbers imported into Australia, Technol. Pap.. 12, DFP, CSIRO (1961) ; Technol. Pap. 17, DBR, CSIRO (1977)
- 6) 鈴木義一郎：林知己夫編「現代人の統計」1，「統計解析法の原理」，朝倉書店p.108 (1977)
- 7) Panshin, A. J.; DeZeeuw, C.: "Textbook of Wood Technology" 3rd ed., McGraw-Hill (1970). p.237
- 8) 三好東一：ヒノキに関する材質の生態的研究 総論，東大演林報，No42, 1 (1952)
- 9) 佐道健：未発表
- 10) 林業試験場編：「新版 木材工業ハンドブック」，丸善 (1973), p.232, 234
- 11) 木材工業編集委員会編：「日本の木材」，日本木材加工技術協会 (1966)
- 12) 林業試験場木材部：南洋材の材質 1., 林試報, No190, 1 (1966) 他
- 13) FPL, USDA: "Wood Handbook", USDA (1974)
- 14) Anon.: Holzeigenschaftstafel, Afrikanisches Mahagoni, Holztechnol., 8, 203 (1967) 他

Résumé

Several problems with regard to the coding classification for quantitative properties of wood are investigated by use of the data for nine properties of 174 species from four information sources and the coefficient of variation within species. On the basis of the variabilities of the wood properties between and within species, similarity in the quality between timbers classified within a step and the difference between timbers classified in different steps are statistically discussed, and the probabilities are obtained by simulation for some classification modes. Conclusively a 7- or 9-step overlapped coding system to be classified by logarithmic value of average property of each species is suggested based on the variability of the wood properties between and within species.